

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 8 月 3 日現在

機関番号：31103

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2014～2016

課題番号：26330202

研究課題名（和文）知的エージェント方式に因る伝統音楽（津軽三味線）保存用自動採譜に関する研究

研究課題名（英文）THE AUTOMATIC MUSICAL SCORING SYSTEM WITH INTELLECTUAL-AGENT METHOD FOR TSUGARU SHAMISEN

研究代表者

小坂谷 壽一（KOSAKAYA, JUICHI）

八戸工業大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：40405725

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,700,000円

研究成果の概要（和文）：伝統音楽の保存法は古来より譜面ではなく伝承であった為、時代を経る毎に節回しや楽曲が正確に弟子に継承されず保存が課題となっていた。本研究の目的は従来の早弾き演奏や三味線特有の弾き方が原因で欠測していた音符を、知的エージェント方式の採用により三味線を弾けば自動的に西洋譜と三味線譜に変換し高精度に保存可能とした。この結果、伝統音楽の保存、邦楽教育授業の効率向上、伝統音楽継承者育成が容易となった。

研究成果の概要（英文）：This research aims at developing automatic scoring system on the basis of local traditional musical instrument such as Tsugaru Shamisen with information technology to solve the issue. Scoring refers to writing the musical composition into scores. This research saves the efforts of the scoring specialists in taking down the masters' performance and makes it easy to develop the scores unique to the musical instrument as long as the audio source. It would contribute in preservation of the traditional arts

研究分野：ヒューマンインターフェース

キーワード：自動採譜 マルチエージェント 周波数解析

### 1. 研究開始当初の背景

邦楽の伝統音楽、特に津軽・南部三味線の伝承方法は口伝に因るものが主で、古来より譜面で子々孫々に伝える風習が皆無であった。この為、時代を経る毎に昔古来の節回しや楽曲が正確に弟子に継承されず、一部では既に本来の唄い回しが消えつつあり、伝統音楽伝承者や地域の芸能保存会にとって、これら伝統音楽の保存が今や直近の課題となってきた。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、「三味線の自動採譜装置」を開発し、地域に伝わる伝統音楽を弾けば、自動的に西洋譜・三味線譜に変換し保存可能とする事である。これにより譜面に精通した専門家が師匠の演奏を手作業で譜面化する手間が省け、地域伝統音楽演奏者さえ居れば簡単に楽譜に展開可能となる為、義務教育等における邦楽授業の効率向上や今後の伝統芸能保存、及び伝統音楽継承者の育成が容易となる。筆者はかねてより、「人間に優しいヒューマン・インターフェースの研究」を専門とし、この技術を学会発表の他、「三味線音楽の自動採譜化」に応用して譜面のアーカイブ化に取り組んできた結果、標準速度でかつ有名な三味線楽曲の譜面化はほぼ実現するも、三味線演奏家の個性・技量・撥さばき等により、「津軽じょんがら節」などの難解な速弾き曲の譜面化は、精度 80~90%を超える事が出来なかった。今回この問題を解決する為に、「知的エージェント方式に因る伝統音楽（津軽三味線）保存用自動採譜に関する研究」を提案し、フレットレス三味線特有の撥（ばち）さばきで発生する様々な入力音の誤認識（スリ撥、スベリ撥、ハジキ撥等）防止、及び高速演奏による音符の欠落防止を図り採譜精度を向上させた。又、この技術の応用は多岐に渡り、音の採譜技術に留まらず、将来、音楽分野以外の医療や教育分野にも適用を狙っている。

### 3. 研究の方法

下記年度別に研究開発を実施した。

H26 年度は調査事項として下記を実施した。

- ・津軽・南部三味線楽曲（特に速弾き曲と特異撥さばき曲）の収録と解析
- ・三味線演奏者や伝承者に優しい譜面づくり（音の高低の表記、音の長短の表記、三味線特有の制約事項及びその表記など演奏に関する各種条件を調査し譜面作成に反映）の検討
- ・1弦あたり0~18段階に分解される音階（“つば”：音の高低）の周波数解析
- ・入力音に混在する撥さばき（スベリ、スクイ、ハジキ、スリ、オシ指等）分解能の調査と解析
- ・入力音に混在する撥さばきが複数重なった場合の優先順位（パラメータ）の検討
- ・三味線特有の音階（音高・音長）に対応する周波数の調査
- ・開放弦と同音他弦音との差別化調査（同音異弦音の区別）
- ・高速演奏時、又は入力音源に撥さばきが混じった場合に起動するマルチエージェント方式音階判別処理内タスク構成の検討
- ・マルチエージェントを構成するつば（三味線音階）識別素子機能の検討
- ・三味線の全音階が、楽曲毎に西洋譜と三味線譜（全て弦単位の数字表記）に展開可能の検討

又、南部芸能協会会長である赤坂良蔵先生をアドバイザーに、小坂谷壽一（研究代表者）、山岡克武氏（東京工業大学准教授：研究協力者）などが逐次打合せを行い、仕様調査や装置の構成等を検討し素案を作成した。この技術の参考となるものは 2013 年発表論文「 ”Multi-Agent-Based an automated musical scoring system for Tsugaru and Nambu shamisen”, International conference SISA2013 Proceedings pp.208-213, Nagoya, Japan」及び 2009 年の

発表論文「“伝統音楽津軽三味線保存用自動採譜装置に関する研究”, pp.37-42, 信学技報 IEICE EA2008-142」, 2002 年の海外特許「US 特許 [Electronic Music Providing Apparatus] J. Kosakaya, 特許 NO : US-P06635815」と国内特許「電子譜面提供装置」小坂谷壽一他、特許 NO 3818493、及び 2009 年に申請した「三味線の自動採譜装置」特願 2009-07413 に基づくものである。

H27 年度は、下記を中心に研究を行った。

本装置は、エレキ三味線入力音源部と本研究部位である**自動採譜処理部**に分けられ、更に自動採譜処理部は 3 つの処理で構成される。この処理を段階的に実現すべく、各種仕様調査（前年度に実施） > 音源周波数解析処理 > マルチエージェント方式音階判別処理 > 譜面出力処理の順に研究開発を行った。特にマルチエージェント方式音階判別処理は、音階識別素子を用いたマルチエージェント方式のタスク機能で構成され、入力音を個々の識別素子で判別後、0 ~ 18 の三味線音階“つぼ”が正確に登録した音高周波数に適合すれば、正規音階と判断し譜面化（西洋譜・三味線譜）処理を行なわせた。ここで撥さばきに因る音符の誤認識や高速演奏に因る音符の欠測が発生した場合、識別素子が自律分散的に機能し、個々の優先順位（撥さばき、メロディのトレンド）テーブルを参照して最適な音符を選択する仕組みとした。

従来の研究方式では、エレキ三味線入力音源情報の抽出（スペクトル解析）後、スペクトルパターンと標準的な三味線和音階（“つぼ”）周波数を比較（周波数領域におけるテンプレートマッチング）し音階信号として抽出していた。更にデジタル信号処理後、音高を特定し譜面出力処理では、音符の長さを特定する為に時系列マッチングの方法を取っていた。この理由として、音源情報は時間軸

に沿って並ぶ 1 次元的な情報の系列の為、楽曲の速さや個々の音の長さは演奏者によって異なる事から、それらを標準的なパターンと比較すれば、長さの異なる系列を比較する必要が生じた為である。しかし本研究目的にも記載の通り、前述の速弾き演奏での音符欠測や撥さばきに因る音符誤認識が一定の条件下で多発した為、本研究では、相互の時間軸上での順序関係を崩さずに系列を局所的に伸縮しながら比較し実行するマルチエージェント方式音階判別処理を開発して、これらの問題を解決した。

H28 年度は、下記の通り研究の纏めと評価を中心に実施した。

具体的には・音源周波数解析処理、・マルチエージェント方式音階判別処理、・譜面出力処理、・速度指定装置をそれぞれ構築しエレキ三味線と連動させ、三味線楽曲を入力して所定の仕様の達成度を検証する。本作業の役割分担として、南部芸能協会会長である赤坂良蔵先生をアドバイザーに、小坂谷壽一（研究代表者）、井上春樹氏（静岡大学教授：研究協力者）及び山岡克式氏（東京工業大学准教授：研究協力者）の他、八戸工業大大学院生 2 名がスタッフに加わり、前述音源周波数解析処理の検証等を進めた。また、この音源解析部位の性能評価では、スペクトル周波数解析の専門家として八戸工業大学小玉成人准教授（研究協力者）が新たにスタッフに加わり実施した。この具体的な内容は、・音源周波数解析処理、・マルチエージェント方式音階判別処理、・譜面出力処理等を、前述のスタッフ 4 名と小玉准教授、院生 2 名で設計仕様書を作成し、プロットタイプを県内のメーカーに、発注した。又、この性能評価は、南部芸能協会会長赤坂良蔵先生と前出東京工業大学准教授の山岡克式氏にも検証して頂いた。

#### 4．研究成果

本研究の成果を論文に纏め、国内外の学会で発表してきた。また、本装置で製作した三味線譜と西洋譜は、伝統邦楽音楽の保存と後継者育成を目的として、H28年7月、青森県学校教育センターに初めて27曲を寄贈した。次年度以降も本装置で製作した譜面を数十曲ずつ継続して寄贈予定である。一方、NHKや民放各社、及び新聞雑誌等にも数多く取り上げられた。今後、同研究開発で培った技術を国内にもならず海外の譜面の無い民族楽器などにも応用展開を図る予定である。また、このコア技術は、教育、医療、音声分野などにも広く活用する予定である。

#### 5．主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 2件)

〔学会発表〕(計 6件)

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

取得状況(計 0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.hi-tech.ac.jp/>

#### 6．研究組織

(1)研究代表者

小坂谷 壽一 (KOSAKAYA JUICHI)